

## **Моделирование кооперационной активности обрабатывающих производств**

*В статье анализируются состояние и тенденции развития кооперации в научных исследованиях и разработках. Рассматривается ситуация в экономике в целом (макроуровень) и обрабатывающей промышленности (мезоуровень) в частности. Результатом исследования является выявление локальных и глобальных точек роста и основных тенденций кооперационной активности. По статистическим данным построена бинарная регрессионная модель, дающая возможность предсказывать вероятность высокой кооперационной активности в научных исследованиях и разработках.*

**Н**аукоемкость, инновационность и кооперационная активность производств в значительной мере зависит от конкретного вида деятельности [Голиченко (2006)]. Для развитых стран вполне закономерно [Innovative Networks (2001)] — чем выше степень технологичности производств, тем выше инновационность и глубже наукоемкость продукции, больше стремление к кооперации.

В соответствии с этим возникают вопросы: соблюдаются ли в России закономерности, присущие развитым странам мира; существует ли зависимость наукоемкости и инновационности продукции от степени технологичности производств; какие факторы оказывают наибольшее влияние на склонность предприятий к кооперации?

Ниже мы попробуем на них ответить. При поиске подтверждения или опровержения рассматриваемых предположений будем исследовать инновационную и кооперационную активность в России за 2000–2004 годы.

В соответствии с международной классификацией [Science & Engineering Indicators (2006)], [OECD (2005)] сгруппируем виды экономической деятельности (ВД) в следующие укрупненные (суммирующие) группы по степени технологичности производств:

- высокотехнологичные производства, наиболее интенсивно использующие исследования и разработки (high technology industries);
- средневысокотехнологичные производства, достаточно интенсивно использующие исследования и разработки (medium high technology industries);
- средненизкотехнологичные производства, интенсивно использующие исследования и разработки (medium low technology industries);
- низкотехнологичные производства, неинтенсивно использующие исследования и разработки (low technology industries).

Анализ показывает, что доля инновационно активных предприятий в высокотехнологичных видах производств более чем в 2 раза превосходит средний по стране уровень, в средние высокотехнологичных производствах превышение составляет три процентных пункта. Для

производств средненизкой и низкой степеней технологичности имеет место значительное отставание в предпринимательской активности.

Наиболее высокая доля инновационной продукции (инновационность) в общем объеме отгруженной продукции в высокотехнологичных (hi-tech) и низкотехнологичных производствах: для них она в 1,6–1,8 раза выше среднего для страны уровня (рис. 1). На последнем месте — средненизкотехнологичные производства. Их доля инновационной продукции в составе отгруженной — лишь 80% от среднего уровня.

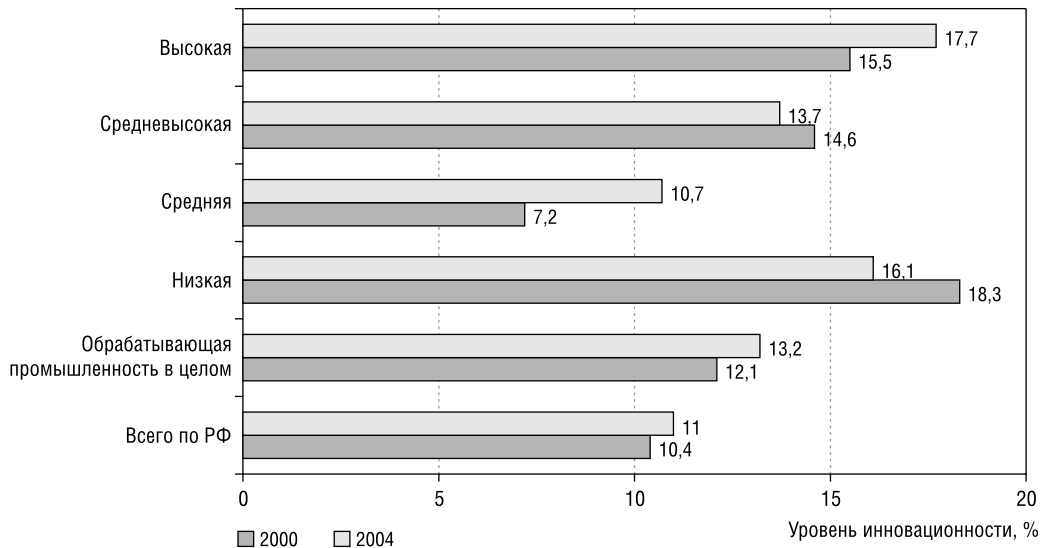


Рис. 1. Уровень инновационности продукции обрабатывающих производств по степени технологичности

Научоемкость инновационной продукции составляет 12–14% в высокотехнологичных видах деятельности, что примерно в два раза выше, чем по промышленности в целом. С переходом на более низкие степени технологичности научоемкость резко снижается (рис. 2). Так для производств средневысокой степени технологичности эта доля составляет уже 7–8%, а для производств низкой степени технологичности — всего 1–2%.

В странах Организации по Экономическому Сотрудничеству и Развитию (ОЭСР) кооперация предприятий за последний период шла с тенденцией роста. Так, среднее число инновационных фирм, имеющих соглашения с внешними партнерами, составляет 30%, в скандинавских странах это уже 60%, в Австралии — 86%, Дании — 97%.

По диапазону научного сотрудничества лидируют США, для которых в 2001 году данный показатель — более 160 стран. Для России, занимающей в этом списке 7 место (после Индии), объемы кооперации не выходят за рамки 80 стран (рис. 3).

К основным факторам, побуждающим предприятия к кооперации, относятся:

- *возрастающая комплексность* современной технологической базы, требующая все большей компетентности и дополнительных знаний в сопряженных технологических областях;
- *ускорение технологических циклов*;
- *увеличение стоимости и рисков инноваций*.

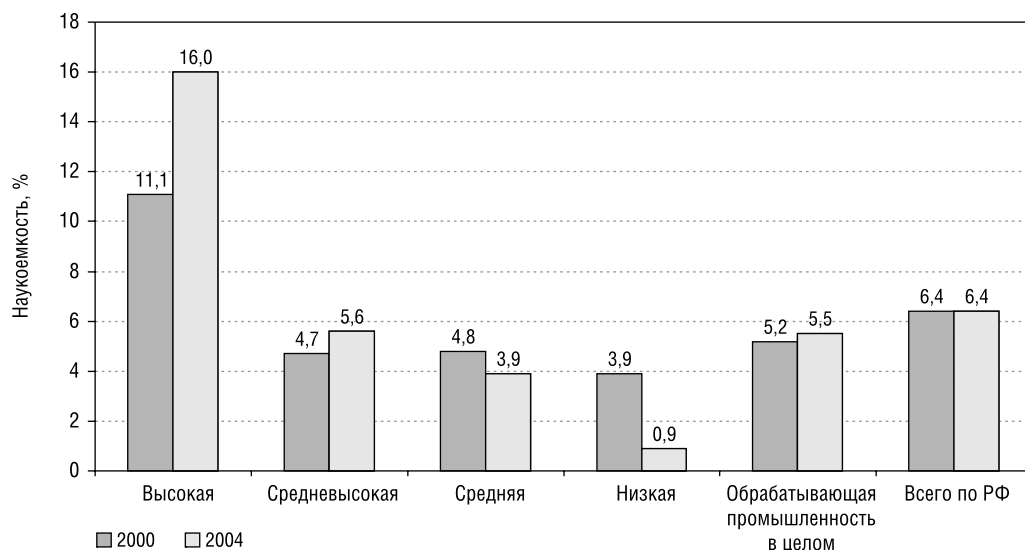


Рис. 2. Научеомкость инновационной продукции обрабатывающих производств

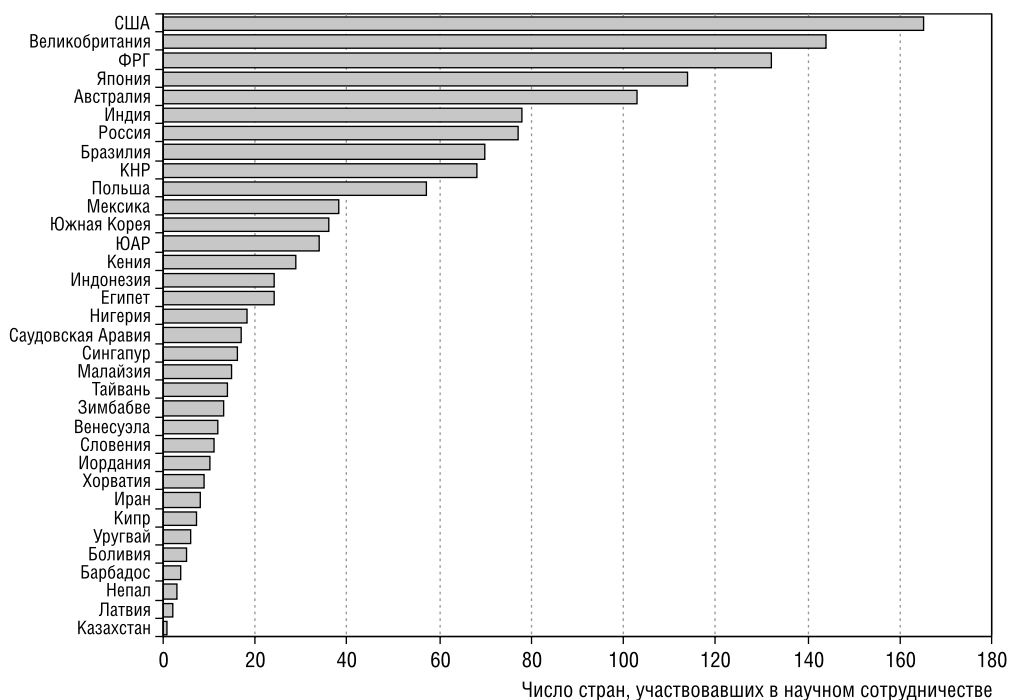


Рис. 3. Диапазон научного сотрудничества стран

Источник: Science & Engineering Indicators — 2003.

Значительно возросла стоимость новых продуктов, процессов, услуг и продвижения их на рынок. Так, в полупроводниковой отрасли США стоимость создания отдельно взятой новой мощности возросла за 1989–1992 годы в 20 раз, а к 2001 году — вдвое.

При анализе кооперационной активности в исследованиях и разработках (ИиР) в России рассматривались как ее масштабы, так и склонность к кооперации. Для измерения последней было взято число кооперационных проектов, приходящихся в среднем на одну организацию. Специальное внимание уделялось динамике технологической конкурентоспособности в зависимости от состояния кооперационных процессов в различных видах деятельности и участия иностранных партнеров, особенно из промышленно развитых стран, в кооперации.

Исследование носило многоуровневый характер: сначала изучалась ситуация на уровне страны в целом, затем на уровне обрабатывающей промышленности, которая, в свою очередь, disaggregировалась на составляющие по степени технологичности производств и видам экономической деятельности.

Исследование показало, что за рассматриваемый период наблюдалось снижение внешней и внутренней конкурентоспособности страны в целом при более быстром падении кооперационной активности российских партнеров (рис. 4). Достаточно сказать, что в 2004 году количество всех кооперационных проектов в стране составило лишь 47,4% от уровня 2000 года, а склонность к кооперации сократилась с 11,7 до 6,5 проекта на организацию.

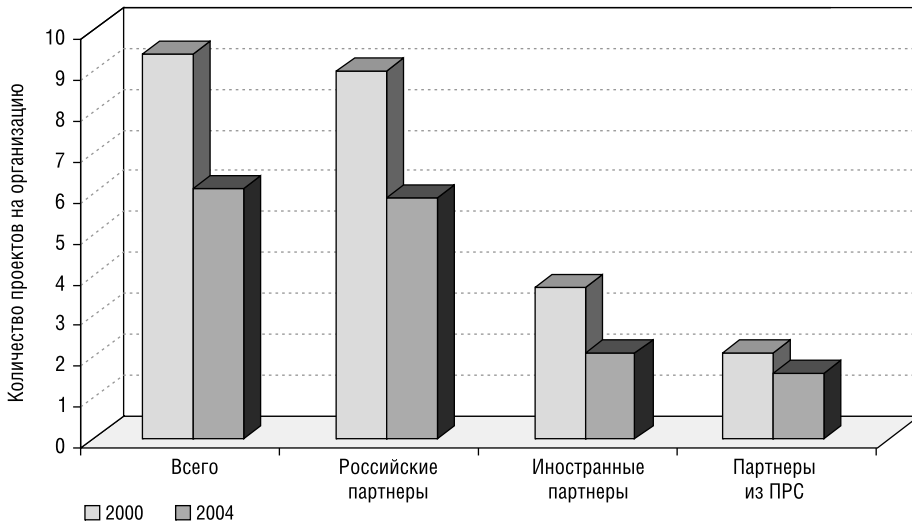


Рис. 4. Склонность к кооперации в России в 2000 и 2004 годах

Структурные сдвиги в кооперационных процессах на уровне всей обрабатывающей промышленности России, произошедшие за рассматриваемый период, были связаны с падением интереса как российских, так и зарубежных партнеров к кооперации в группе средневысокотехнологичных производств (рис. 5). Превалирование этой группы определялось высокими масштабами кооперационных процессов, которые в 2000 году значительно превышали эти масштабы по всем остальным группам технологичности. Притом для группы высокотехнологичных производств это превышение составило 5,7 раза, средненизкотехнологичных производств — 5 раз, а низкотехнологичных производств — 11 раз.

В основе падения масштабов кооперационной активности в группе средневысокотехнологичных производств лежало поведение экономических субъектов по производству автомобилей, прицепов и полуприцепов. Доля данного вида деятельности за рассматриваемый

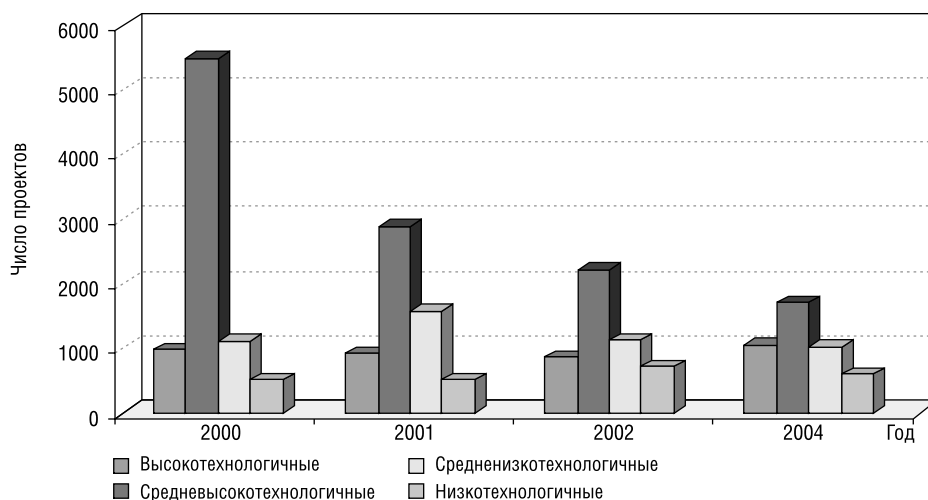


Рис. 5. Число кооперационных проектов в группах технологичных производств обрабатывающей промышленности

период сократилась почти в 4 раза при снижении склонности к кооперации в 2 раза. А интерес иностранных партнеров к этому ВД снизился в 7 раз.

С другой стороны, на фоне стремительного падения такого интереса, образовались точки роста, позволившие несколько выровнять ситуацию и не допустить обвального падения кооперационной активности в России. Их можно условно разделить на две категории: повышающие общую конкурентоспособность (если произошло увеличение масштабов и склонности к кооперации как российских, так и иностранных партнеров) и локальные (в случае повышения кооперационной активности только по одному направлению — или российских, или иностранных партнеров).

К глобальным точкам роста можно отнести такие виды деятельности, как *Производство медицинских приборов, точных и оптических инструментов, Продукция химического синтеза и Коксохимическое производство*, в которых наблюдался рост масштабов и склонности к кооперации российских и иностранных партнеров, что свидетельствует о высокой конкурентоспособности данных производств на мировом рынке.

К локальным точкам роста относятся: *Производство пищевых продуктов и табачных изделий*, повысившее свой удельный вес (для российских партнеров) и склонность к кооперации; *Производство текстильных изделий*, в котором значительно повысилась активность иностранных партнеров (рис. 6); и *Производство металлургическое* (рис. 7), лидировавшее по масштабам кооперационных процессов и их интенсивности (11 проектов на организацию).

На втором этапе исследования решалась задача построения модели, дающей возможность предсказывать вероятность высокой кооперационной активности в инновационных проектах по значениям переменных, относящихся к отраслям промышленности, информация по которым ежегодно публикуется Росстатом.

В качестве зависимой переменной была выбрана бинарная переменная  $y$  — кооперационная активность в исследованиях и разработках:

$$y = \begin{cases} 1, & \text{если кооперационная активность высокая} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

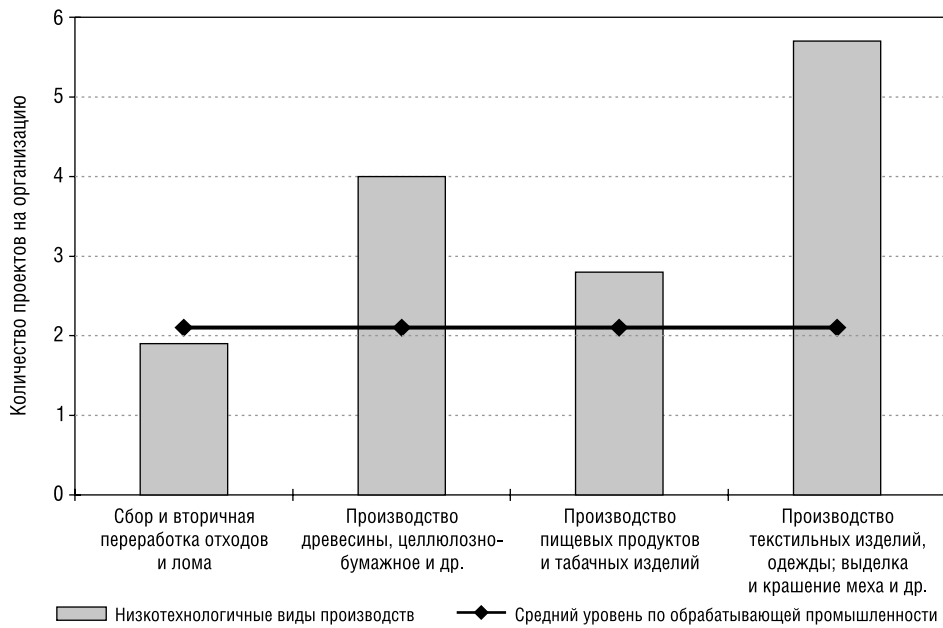


Рис. 6. Склонность к кооперации иностранных партнеров в группе низкотехнологичных производств

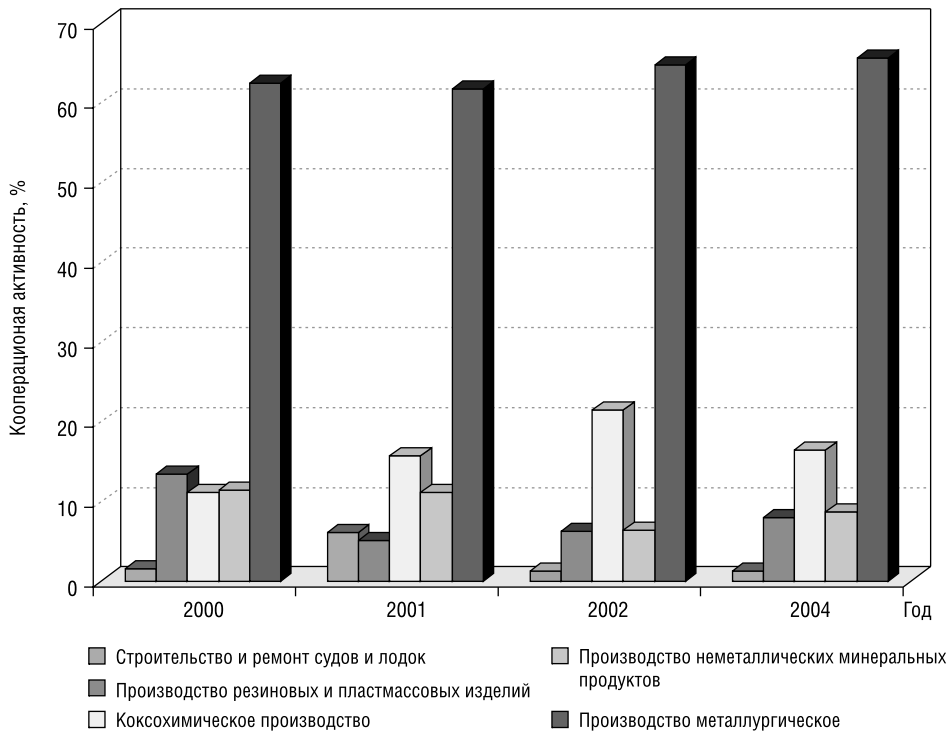


Рис. 7. Структура кооперационной активности средненизкотехнологичных производств за период 2000–2004 годов

В качестве независимых переменных на этапе априорного анализа рассматривалась возможность включения в модель 36 показателей, по которым имелась достаточно полная информация об изучаемом объекте. Среди них следующие показатели:

$x_1$  — степень новизны созданных технологий:

$$x_1 = \frac{\text{число принципиально новых технологий}}{\text{число созданных передовых производственных технологий в отчетном году}};$$

$x_6$  — число использованных технологий;

$x_{20}$  — количество переданных новых технологий;

$x_{21}$  — количество приобретенных новых технологий;

$x_{22}$  — количество поданных заявок на патенты и изобретения;

$x_{30}$  — доля инновационной продукции в числе отгруженной;

$x_{36}$  — средства иностранных инвесторов в затратах на технологические инновации, млн руб.

На отобранном массиве исходных данных, охватывающих 44 отрасли промышленности, каждая из которых характеризуется 37-ью показателями, была построена матрица непараметрических коэффициентов корреляции при помощи коэффициента связи Кендэлла  $\tau$ , используемого для измерения взаимосвязи между качественными и количественными признаками [Innovative Networks (2001)]. После исключения мультиколлинеарных и слабозависимых переменных было оставлено 10 наиболее информативных показателей, имеющих достаточную существенную связь с результативным признаком  $y$ .

В результате оценки коэффициентов была получена следующая модель:

$$\begin{cases} \hat{y} = (1 + e^{-z})^{-1}; \\ \hat{z} = -10,83 + 5,97x_1 + 0,16x_{22} + 7,96x_{30}. \end{cases}$$

(9,44)      (3,6)      (3,82)      (4,42)

$$R^2(\text{Nagelkerke's}) = 0,548; \chi^2 = 32,62.$$

В модель вошли три статистически значимые показателя, характеризующие новизну созданных передовых производственных технологий, инновационную и патентную активность предприятий. Статистические критерии показали значимость построенной модели и всех коэффициентов. Об адекватности модели также свидетельствует нормальность распределения остатков (рис. 8) и близость ковариационных матриц признаков в разных группах.

Модель обладает достаточно высокими прогностическими свойствами. Результаты применения модели к элементам выборки показывают, что правильно классифицировано было 88,6% отраслей промышленности (табл. 1).

Применив полученное уравнение, например, к энергетической промышленности за 2004 год, получим  $\hat{z} = -0,736$ , а вероятность кооперационной активности:

$$\frac{1}{1 + e^{-(-0,736)}} = 0,443 \text{ (44,3\%).}$$

Для пищевой промышленности, на тот же период, данное значение составляет 0,978 (97,8%). В обоих случаях расчетные модельные значения согласуются с реальной ситуацией.

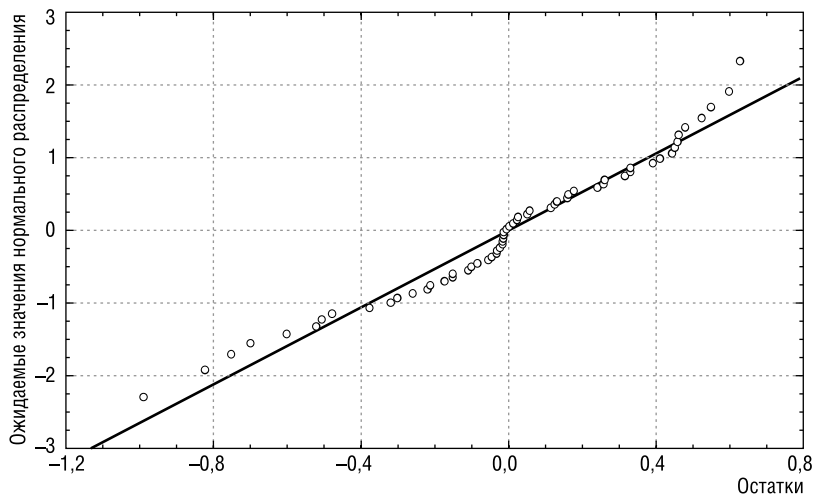


Рис. 8. График остатков на нормальной вероятностной шкале

Таблица 1

Прогностические свойства модели

		Модельные значения		
		y = 1	y = 0	Процент корректных предсказаний
Исходные значения	y = 1	27	3	90,0
	y = 0	2	12	85,7
Общий процент				88,6

Основываясь на этих оценках, мы можем ожидать, что в пищевой промышленности вероятность кооперационной активности в инновационных проектах будет очень высока. Данная отрасль активно развивается, кооперируясь с другими фирмами с целью повышения конкурентоспособности продукции и завоевания новых российских и зарубежных рынков, среди которых наиболее перспективным является рынок экологически чистых продуктов питания.

В электроэнергетической же промышленности вероятность кооперационной активности невысокая, что является индикатором неблагополучия данной отрасли и свидетельствует о нежелании руководства производить изменения, основанные на последних достижениях науки и техники.

Для оценки робастности (устойчивости) модели был использован метод «скользящего экзаме́на», реализованный в пакете прикладных программ SPSS, позволивший повысить прогностические свойства модели и сделать вывод о том, что построенная модель обладает вполне приемлемой чувствительностью и достаточной устойчивостью.

Литература

- Голиченко О. Г. Инновационная система России: состояние и пути развития. М.: Наука, 2006.  
 Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. М.: Наука, 1973.  
 Innovative Networks — Cooperation in National Innovative System, OECD, 2001.  
 Science & Engineering Indicators, Arlington, VA: National Science Foundation, 2006. V. 1, 2.  
 OECD Science, Technology and Industry Outlook 2005. Paris, 2005.